

レンチキュラーレンズシート

発 明 の 背 景

発明の分野

本発明は、映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートに関し、さらに詳しくは、カラーシフトを低減させることができるレンチキュラーレンズシートに関するものである。

関連技術の説明

大画面映像を表示する方法として、映像源としてのRGB3管のCRT（投射管）から出射された映像光を投射レンズにより背面投射型プロジェクションスクリーン（以下、「スクリーン」と略すこともある。）に拡大投射する方法が知られている。

具体的には例えば、図1に示すような背面投射型表示装置10において、映像源としてのRGB3管のCRT1から出射された映像光が各投射レンズ2で拡大され、背面投射型プロジェクションスクリーン5のスクリーン面上に投射される。ここで、背面投射型プロジェクションスクリーン5は、フレネルレンズシート3とレンチキュラーレンズシート4とを有しており、各CRT1から出射された映像光を背面側から観察者側へ向けて所望の視野角で出射する。

このような背面投射型プロジェクションスクリーン5において、RGBの各CRT1は通常、緑色（G）用のCRT1がスクリーン正面に位置し、赤色（R）用のCRT1及び青色（B）用のCRT1がその両側に位置しているので、スクリーン正面に入射する映像光のうち緑色光（G）に対して赤色光（R）及び青色光（B）がスクリーンの法線に対して集中角 θ でスクリーンに入射することとなる。このため、背面投射型プロジェクションスクリーン5上に投影された映像の観察位置を左右に変えると、赤色光（R）及び青色光（B）の集中角 θ に起因して観察位置に応じてR又はBの色が強くなり、スクリーン端部に色付が生じる。このような現象は「カラーシフト」と呼ばれており、その低減が望まれている。

このような現象に対しては従来から既に検討がなされており、例えば特開昭58-59436号公報では、レンチキュラーレンズシートの両面に形成されたレンズ要素の楕円面の離心率を、そのレンズ要素を構成する材料の屈折率の逆数にほぼ等しくなるように選定する技術が提案されている。また、特開昭62-280729号公報、特開平2-190835号公報及び特開平5-150371号公報では、レンチキュラーレンズシートの両面に形成されたレンズ要素の形状を特定の数値範囲に限定する技術が提案されている。

なお、上述したカラーシフトは、映像光の集中角 θ が大きくなることにより顕著に見られるものであるが、最近におけるテレビの薄型化の傾向に伴って、集中角 θ は従来に増して大きくなる傾向にある。このため、上記特許公報等により従来提案されていたカラーシフトの低減技術ではその対応が難しくなっており、カラーシフトの低減の要請に対して必ずしも十分に応えることができないという状況となっていた。

発 明 の 概 要

このような状況の下で、本発明者らが鋭意研究を進めた結果、レンチキュラーレンズシートのうち光出射側に配列された出射レンズ要素の形状が重要であり、この形状を制御することにより、従来において $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の観察位置で過大であった青色光(B)の出射光量と、 $-20^{\circ} \sim -40^{\circ}$ で過大であった赤色光(R)の出射光量とを共に減らすことができることを見出した。

本発明はこのような知見に基づいてなされたものであり、その目的は、3管式の投射管等の映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートであって、カラーシフトを効果的に低減させることができるレンチキュラーレンズシートを提供することにある。

本発明は、その第1の解決手段として、映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂

点を通過するように集光され、前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の1/2幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式(1)～(4)、すなわち、

$$y = a \times b^{-x} - e \quad (-L/4 \leq x \leq 0) \quad \cdots (1)$$

$$y = a \times b^x - e \quad (0 \leq x \leq L/4) \quad \cdots (2)$$

$$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4} \quad \cdots (3)$$

$$1.0 \times 10^{-2.4} < b < 1.0 \times 10^{-2.5} \quad \cdots (4)$$

の条件を満たす曲線で表され、前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の1/4幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式(5)～(8)、すなわち、

$$y = c \times d^{-x} - e \quad (-L/2 \leq x \leq -L/4) \quad \cdots (5)$$

$$y = c \times d^x - e \quad (L/4 \leq x \leq L/2) \quad \cdots (6)$$

$$3.0 \times 10^{-3} < c < 3.1 \times 10^{-3} \quad \cdots (7)$$

$$2.7 \times 10^{-9} < d < 4.0 \times 10^{-9} \quad \cdots (8)$$

の条件を満たす曲線で表され、上記数式(1)～(8)において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状はx及びyの座標軸上の曲線で表され、xは出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、yは観察者側から映像源へ方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Lは出射レンズ要素の両端部間の幅であり、a、b、c及びdは係数であり、eは当該曲線とy座標軸との切片であって出射レンズ要素の高さに関する係数であることを特徴とするレンチキュラーレンズシートを提供する。

本発明の第1の解決手段によれば、各入射レンズ要素により集光された光が通過する各出射レンズ要素において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅の1/2幅の領域のレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅の1/4幅の領域のレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式(1)～(8)の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素のレンズ面に斜めに入射した光(赤色光(R)及び青色光(B))の出射光量を効果的に分散させることができる。このため、従来において20°～40°の観察位置

で過大であった青色光（B）の出射光量と、 $-20^{\circ} \sim -40^{\circ}$ で過大であった赤色光（R）の出射光量とを共に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。

本発明は、その第2の解決手段として、映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂点を通過するように集光され、前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の $1/2$ 幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（1）～（4）、すなわち

$$y = a \times b^{-x} - e \quad (-L/4 \leq x \leq 0) \quad \dots (1)$$

$$y = a \times b^x - e \quad (0 \leq x \leq L/4) \quad \dots (2)$$

$$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4} \quad \dots (3)$$

$$1.0 \times 10^{2.4} < b < 1.0 \times 10^{2.5} \quad \dots (4)$$

の条件を満たす曲線で表され、前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の $1/4$ 幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（9）～（12）、すなわち、

$$y = c \times d^{-x} - e \quad (-L/2 \leq x \leq -L/4) \quad \dots (9)$$

$$y = c \times d^x - e \quad (L/4 \leq x \leq L/2) \quad \dots (10)$$

$$3.4 \times 10^{-3} < c < 3.5 \times 10^{-3} \quad \dots (11)$$

$$1.3 \times 10^9 < d < 2.0 \times 10^9 \quad \dots (12)$$

の条件を満たす曲線で表され、上記数式（1）～（4）及び（9）～（12）において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状は x 及び y の座標軸上の曲線で表され、 x は出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、 y は観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、 L は出射レンズ要素の両端部間の幅であり、 a 、 b 、 c 及び d は係数であり、 e は当該曲線と y 座標軸と

の切片であって出射レンズ要素の高さに関係する係数であることを特徴とするレンチキュラーレンズシートを提供する。

本発明の第2の解決手段によれば、各入射レンズ要素により集光された光が通過する各出射レンズ要素において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅の1/2幅の領域のレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅の1/4幅の領域のレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式(1)～(4)及び(9)～(12)の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素のレンズ面において斜めから入射した赤色光(R)及び青色光(B)を約5%以内の範囲で全反射させることができる。このため、従来において20°～40°の観察位置で過大であった青色光(B)の出射光量と、-20°～-40°で過大であった赤色光(R)の出射光量とを共に効果的に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。また、角度が±40°以上の投射光(赤色光(R)及び青色光(B))の色の反転をなくすることができる。

なお、上述した本発明の第1及び第2の解決手段において、前記各入射レンズ要素は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

具体的には、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は、以下の数式(13)～(16)、すなわち、

$$y' = mx'^4 + nx'^2 + o \quad (-L'/2 \leq x' \leq L'/2) \quad \cdots (13)$$

$$-5.5 \leq m \leq -10.7 \quad \cdots (14)$$

$$-2.0 \leq n \leq -2.5 \quad \cdots (15)$$

$$0.160 \leq o \leq 0.200 \quad \cdots (16)$$

の条件を満たす曲線で表され、上記数式(13)～(16)において、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は x' 及び y' の座標軸上の曲線で表され、 x' は入射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって入射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、 y' は観察者側から映像源へ方向を正とする座標軸であって入射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、 L' は入射レンズ要素の両端部間の幅であり、 m 及び n は係数であり、 o は当該曲線と y' 座標軸との切片であっ

て入射レンズ要素の高さに関係する係数であることが好ましい。

また、上述した本発明の第1及び第2の解決手段において、前記映像源は赤色、緑色及び青色用の3管式の投射管であるとよい。さらに、前記レンチキュラーレンズシートの出光特性のゲインチャートにおける赤色光のゲイン G_R と青色光のゲイン G_B との割合 $(20 \times \log_{10}(G_R/G_B))$ を縦軸にしたカラーシフト曲線において、角度 $\pm 45^\circ$ 以内で5.0dB以下のゲインとなることが好ましい。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施の形態に係るレンチキュラーレンズシートを備えた背面投射型プロジェクションスクリーンが組み込まれる背面投射型表示装置の一般的な構成例を示す図である。

図2は、本発明の一実施の形態に係るレンチキュラーレンズシートの入射レンズ要素及び出射レンズ要素の形状を説明するための図である。

図3Aは、図2に示すレンチキュラーレンズシートのうち出射レンズ要素のレンズ面形状の詳細を説明するための図である。

図3Bは、図2に示すレンチキュラーレンズシートのうち入射レンズ要素のレンズ面形状の詳細を説明するための図である。

図4A、図4B及び図4Cはそれぞれ、実施例1、2及び比較例1に係るレンチキュラーレンズシートにおける出光特性を示すグラフである。

図5A、図5B及び図5Cはそれぞれ、実施例1、2及び比較例1に係るレンチキュラーレンズシートにおけるカラーシフト特性を示すグラフである。

好ましい実施の形態の詳細な説明

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

まず、図1により、本発明の一実施の形態に係るレンチキュラーレンズシートを備えた背面投射型プロジェクションスクリーンが組み込まれる背面投射型表示装置の全体構成について説明する。

図1に示すように、背面投射型表示装置10は、映像源としてのRGB3管のCRT1と、各CRT1から出射された映像光を拡大する複数の投射レンズ2と、各投射レンズ2により拡大された映像光が投射される背面投射型プロジェクショ

ンスクリーン 5 とを備えている。ここで、背面投射型プロジェクションスクリーン 5 は、フレネルレンズシート 3 とレンチキュラーレンズシート 4 とを有しており、各 CRT 1 から出射された映像光が背面側から観察者側へ向けて所望の視野角で出射されるようになっている。なお、フレネルレンズシート 3 は、背面側から入射した映像光を偏向させて観察者側へ向けて出射するためのレンズ要素である。また、レンチキュラーレンズシート 4 は、フレネルレンズシート 3 から出射された映像光を所定の角度で水平方向及び垂直方向に分散させることで所望の視野角に広げるためのレンズ要素である。

なお、このような背面投射型プロジェクションスクリーン 5 において、RGB の各 CRT 1 は、緑色 (G) 用の CRT 1 がスクリーン正面に位置し、赤色 (R) 用の CRT 1 及び青色 (B) 用の CRT 1 がその両側に位置するようになり、スクリーン正面に入射する映像光のうち緑色光 (G) に対して赤色光 (R) 及び青色光 (B) がスクリーンの法線に対して集中角 θ でスクリーンに入射するようになっている。

次に、図 2 により、図 1 に示す背面投射型プロジェクションスクリーン 5 に使用されるレンチキュラーレンズシート 4 について説明する。

図 2 に示すように、レンチキュラーレンズシート 4 は、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素 2 1 と、光出射側に配列された複数の出射レンズ要素 2 2 とを有しており、各入射レンズ要素 2 1 を通過した光が当該各入射レンズ要素 2 1 に対応する各出射レンズ要素 2 2 の凸頂点を通過するように集光されるようになっている。また、レンチキュラーレンズシート 4 のうち出射レンズ要素 2 2 の側には、その出射レンズ要素 2 2 と交互に配列された光吸収層 2 3 が形成されている。なお、図 2 において、符号 h は入射レンズ要素 2 1 の高さ (厚さ)、符号 f は入射レンズ要素 2 1 の焦点距離、符号 T はレンチキュラーレンズシート 4 の実効厚さ、 L は出射レンズ要素 2 2 の両端部間の幅を示している。

ここで、出射レンズ要素 2 2 は、そのレンズ面形状が特徴的な形状を有している。以下、図 3 A により、出射レンズ要素 2 2 のレンズ面形状の詳細について説明する。

図 3 A に示すように、出射レンズ要素 2 2 のレンズ面形状は、所定の座標系上

の曲線として表される。図 3 A において、符号 x は、出射レンズ要素 2 2 の両端部 2 4、2 5 を通過する座標軸であって出射レンズ要素 2 2 の幅方向の座標軸を表している。符号 y は、観察者側から映像源 (CRT 1) への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素 2 2 の凸頂点 2 6 を通過する座標軸を表している。また、図 3 A において、 $(0, 0)$ は、 x 座標軸及び y 座標軸の原点 (交点) であり、符号 L は、出射レンズ要素 2 2 の両端部 2 4、2 5 間の幅である。なお、符号 C は、出射レンズ要素 2 2 のレンズ中央部に位置するレンズ全幅 L の 2 分の 1 幅 ($L/2$) の領域を示すものである。また、符号 S は、出射レンズ要素 2 2 のレンズ両側部に位置するレンズ全幅 L の 4 分の 1 幅 ($L/4$) の領域を示すものである。すなわち、この領域 S は、両端部 2 4、2 5 から凸頂点 2 6 に向かって 4 分の 1 幅 ($L/4$) の大きさを有する領域である。

ここで、本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート 4 においては、このような各出射レンズ要素 2 2 に関して、レンズ中央部の領域 C のレンズ面形状と、レンズ両側部の領域 S のレンズ面形状とが特徴的な形状を持つことを特徴としている。

(出射レンズ要素の第 1 の態様)

具体的には、レンチキュラーレンズシート 4 は、第 1 の態様として、各出射レンズ要素 2 2 が次のようなレンズ面形状を持つことが好ましい。

すなわち、第 1 の態様においては、図 3 A に示す $x-y$ 座標系において、各出射レンズ要素 2 2 のレンズ中央部に位置するレンズ全幅 L の $1/2$ 幅 ($L/2$) の領域 C のレンズ面形状は、以下の数式 (1) ~ (4)、すなわち、

$$y = a \times b^{-x} - e \quad (-L/4 \leq x \leq 0) \quad \dots (1)$$

$$y = a \times b^x - e \quad (0 \leq x \leq L/4) \quad \dots (2)$$

$$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4} \quad \dots (3)$$

$$1.0 \times 10^{2.4} < b < 1.0 \times 10^{2.5} \quad \dots (4)$$

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

また、各出射レンズ要素 2 2 のレンズ両側部に位置するレンズ全幅 L の $1/4$ 幅 ($L/4$) の領域 S のレンズ面形状は、以下の数式 (5) ~ (8)、すなわち、

$$y = c \times d^{-x} - e \quad (-L/2 \leq x \leq -L/4) \quad \dots (5)$$

$$y = c \times d^x - e \quad (L/4 \leq x \leq L/2) \quad \dots (6)$$

$$3.0 \times 10^{-3} < c < 3.1 \times 10^{-3} \quad \dots (7)$$

$$2.7 \times 10^{-9} < d < 4.0 \times 10^{-9} \quad \dots (8)$$

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

なお、上記数式(1)～(8)において、a、b、c及びdは、各領域でのレンズ面形状を特定するための係数であり、この第1の態様では、その係数が上記の範囲内にあるようにすることにより、上述の効果を奏することができる。なお、係数a、b、c及びdが上記の範囲外にある場合には、期待した効果を奏することができないことがある。また、上記数式(1)(2)(5)(6)において、eは、レンズ面形状を表す曲線とy座標軸との切片を示すものであり(図3A参照)、出射レンズ要素22の高さに関する係数である。なお、出射レンズ要素22の幅Lは、0.15～0.46mmであることが好ましい。

このように本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート4の第1の態様によれば、各入射レンズ要素21により集光された投射光が通過する各出射レンズ要素22において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅Lの1/2幅(L/2)の領域Cのレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅Lの1/4幅(L/4)の領域Sのレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式(1)～(8)の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素22のレンズ面に斜めに入射した投射光(赤色光(R)及び青色光

(B))の出射光量を効果的に分散させることができる。このため、従来において20°～40°の観察位置で過大であった青色光(B)の出射光量と、-20°～-40°で過大であった赤色光(R)の出射光量とを共に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。なお、各出射レンズ要素22のレンズ面形状が上記数式(1)～(8)の条件を満たす曲線で表されない場合には、このような効果を奏することができなくなり、従来と同様にカラーシフトの問題が生じてしまう。

(出射レンズ要素の第2の態様)

なお、上記第1の態様では、レンチキュラーレンズシート4の各出射レンズ要

素 2 2 のレンズ面形状が上記数式 (1) ~ (8) の条件を満たす曲線で表されているが、レンチキュラーレンズシート 4 の第 2 の態様として、各出射レンズ要素 2 2 が次のようなレンズ面形状を持っていたてもよい。なお、第 2 の態様は、レンズ両側部の領域 S のレンズ面形状が異なる点を除いて、他は上記第 1 の態様と同一である。

すなわち、第 2 の態様においては、図 3 A に示す $x-y$ 座標系において、各出射レンズ要素 2 2 のレンズ中央部に位置するレンズ全幅 L の $1/2$ 幅 ($L/2$) の領域 C のレンズ面形状は、以下の数式 (1) ~ (4)、すなわち、

$$y = a \times b^{-x} - e \quad (-L/4 \leq x \leq 0) \quad \dots (1)$$

$$y = a \times b^x - e \quad (0 \leq x \leq L/4) \quad \dots (2)$$

$$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4} \quad \dots (3)$$

$$1.0 \times 10^{2.4} < b < 1.0 \times 10^{2.5} \quad \dots (4)$$

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

また、各出射レンズ要素 2 2 のレンズ両側部に位置するレンズ全幅 L の $1/4$ 幅 ($L/4$) の領域 S のレンズ面形状は、以下の数式 (9) ~ (12)、すなわち、

$$y = c \times d^{-x} - e \quad (-L/2 \leq x \leq -L/4) \quad \dots (9)$$

$$y = c \times d^x - e \quad (L/4 \leq x \leq L/2) \quad \dots (10)$$

$$3.4 \times 10^{-3} < c < 3.5 \times 10^{-3} \quad \dots (11)$$

$$1.3 \times 10^9 < d < 2.0 \times 10^9 \quad \dots (12)$$

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

なお、上記数式 (1) ~ (4) 及び (9) ~ (12) において、 a 、 b 、 c 及び d は、上記第 1 の態様の場合と同様に、各領域 C、S でのレンズ面形状を特定するための係数であり、この第 2 の態様では、その係数が上記の範囲内にあるようにすることにより、上述の効果を奏することができる。なお、係数 a 、 b 、 c 及び d が上記の範囲外にある場合には、期待した効果を奏することができないことがある。また、上記数式 (1) (2) (9) (10) において、 e は、上記第 1 の態様の場合と同様に、レンズ面形状を表す曲線と y 座標軸との切片を示すものであり (図 3 A 参照)、出射レンズ要素 2 2 の高さに関する係数である。

このように本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート 4 の第 2 の態様によれば、各入射レンズ要素 2 1 により集光された光が通過する各出射レンズ要素 2 2 において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅 L の 1 / 2 幅 (L / 2) の領域 C のレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅 L の 1 / 4 幅 (L / 4) の領域 S のレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式 (1) ~ (4) 及び (9) ~ (1 2) の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素 2 2 のレンズ面において斜めから入射した赤色光

(R) 及び青色光 (B) を約 5 % 以内の範囲で全反射させることができる。このため、従来において 2 0 ° ~ 4 0 ° の観察位置で過大であった青色光 (B) の出射光量と、 - 2 0 ° ~ - 4 0 ° で過大であった赤色光 (R) の出射光量とを共に効果的に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。また、角度が ± 4 0 ° 以上の投射光 (赤色光 (R) 及び青色光 (B)) の色の反転をなくすることができる。なお、各出射レンズ要素 2 2 のレンズ面形状が上記数式 (1) ~ (4) 及び (9) ~ (1 2) の条件を満たす曲線で表されない場合には、このような効果を奏することができなくなり、従来と同様にカラーシフトの問題が生じてしまう。

なお、入射レンズ要素 2 1 は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

具体的には、図 3 B に示すように、各入射レンズ要素 2 1 のレンズ面形状は、以下の数式 (1 3) ~ (1 6) 、すなわち、

$$y' = mx'^4 + nx'^2 + o \quad (-L'/2 \leq x \leq L'/2) \quad \cdots (13)$$

$$-5.5 \leq m \leq -10.7 \quad \cdots (14)$$

$$-2.0 \leq n \leq -2.5 \quad \cdots (15)$$

$$0.160 \leq o \leq 0.200 \quad \cdots (16)$$

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

なお、図 3 B において、符号 x ' は、入射レンズ要素 2 1 の両端部 2 4 ' 、 2 5 ' を通過する座標軸であって入射レンズ要素 2 1 の幅方向の座標軸を表している。符号 y ' は、観察者側から映像源 (C R T 1) への方向を正とする座標軸で

あって入射レンズ要素 2 1 の凸頂点 2 6 ' を通過する座標軸を表している。また、図 3 B において、(0, 0) は、x' 座標軸及び y' 座標軸の原点 (交点) であり、符号 L' は、入射レンズ要素 2 1 の両端部 2 4 '、2 5 ' 間の幅である。なお、m 及び n は係数であり、o は当該曲線と y' 座標軸との切片であって入射レンズ要素 2 1 の高さに関する係数である。なお、入射レンズ要素 2 1 の幅 L' は、0.35 ~ 0.72 mm であることが好ましい。

(レンチキュラーレンズシートの出光特性)

以上において、レンチキュラーレンズシート 4 の出光特性は、図 4 A、図 4 B 及び図 4 C に示すようなゲインチャートにより評価することができる。ここで、ゲインチャートとは、スクリーンに対する視野角 (横軸) とそのときのゲイン (縦軸) との関係を示す図である。なお、ゲインとは、スクリーンの後方から各色の光線を入射させ、前方に出てくる各色の光の輝度の角度分布を測定した上で、スクリーンにおける照度と各々の輝度とから「ゲイン $G = \pi \times \text{輝度 (cd/m}^2\text{)} / \text{照度 (lx)}$ 」の関係式により求めたものである。本発明で問題となるカラーシフトの低減の効果は、このゲインチャートから評価することができ、各色の曲線が互いに近付いているほどカラーシフトが低減されていることを示すこととなる。なお、図 4 A、図 4 B 及び図 4 C の詳細については後述する実施例において詳細に述べる。

また、レンチキュラーレンズシート 4 におけるカラーシフト特性については、図 5 A、図 5 B 及び図 5 C に示すようなカラーシフト曲線により評価することができる。ここで、カラーシフト曲線とは、スクリーンに対する視野角 (横軸) に対して、縦軸を $20 \times 10 \log_{10} (G_R / G_B)$ で表した図である。なお、 G_R は赤色光 (R) のゲイン、 G_B は青色光 (B) のゲインであり、 G_R / G_B は、各角度における赤色光 (R) のゲインと青色光 (B) のゲインとの割合である。なお、図 5 A、図 5 B 及び図 5 C に示すカラーシフト曲線において、好ましいカラーシフトの低減効果を示す程度は、 $\pm 45^\circ$ 以内で、5.0 dB 以下であることが好ましい。なお、図 5 A、図 5 B 及び図 5 C の詳細については後述する実施例において詳細に述べる。

(背面投射型プロジェクションスクリーン)

なお、上述した本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート4は、図1に示すように、フレネルレンズシート3や、外光反射を防止するための前面シート（図示せず）等の各種のシートと複合させることにより背面投射型プロジェクションスクリーン5として構成される。ここで、フレネルレンズシート3や前面シート（図示せず）については、その構造や種類等は特に限定されず、従来から使用されている各種のものをを用いることができる。その結果、カラーシフトの低減を実現した背面投射型プロジェクションスクリーンを提供することができることとなり、映像源としてRGB3管のCRTが用いられる最近の薄型タイプの背面投射型プロジェクションスクリーンとして効果的に使用することが可能である。

実 施 例

次に、上述した実施の形態の具体的実施例について述べる。

（実施例1）

実施例1に係るレンチキュラーレンズシートとして、次のようなものを準備した。すなわち、出射レンズ要素のレンズ中央部の領域におけるレンズ面形状が、 $y = a \times b^{-x} - 0.049$ ($-L/4 \leq x \leq 0$)、 $y = a \times b^x - 0.049$ ($0 \leq x \leq L/4$) の曲線で表されるものとし、係数a、bを、 $a = 3.2 \times 10^{-4}$ 、 $b = 5.0 \times 10^{24}$ とした。また、出射レンズ要素のレンズ両側部の領域におけるレンズ面形状が、 $y = c \times d^{-x} - 0.049$ ($-L/2 \leq x \leq -L/4$)、 $y = c \times d^x - 0.049$ ($L/4 \leq x \leq L/2$) で表されるものとし、係数c、dを、 $c = 3.05 \times 10^{-3}$ 、 $d = 3.0 \times 10^9$ とした。なお、出射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ ($L = 0.26 \text{ mm}$) とした。また、レンチキュラーレンズシートの光出射側には、出射レンズ要素とともに、入射レンズ要素による非集光部に光吸収層を設けた。

一方、レンチキュラーレンズシートの光入射側には、平面視で上下方向に延びるシリンダリカルレンズ状の入射レンズ要素が平面視で左右方向に一定ピッチで配列されるようにした。ここで、入射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ (0.52 mm) で、 $y = -6.9x^4 - 2.4x^2 + 0.2$ で近似される形状を持つものとした。また、入射レンズ要素は、その高さhが $160 \sim 200 \mu\text{m}$ の範囲内で、かつ、出射レンズ要素との組合せに基づく水平拡散角 (α_H) が

34°以上となるものであるものが好ましく用いられる。この実施例1に係るレンチキュラーレンズシートでは、入射レンズ要素の高さ h は $190\text{ }\mu\text{m}$ とし、水平拡散角(α_H)は37°とした。

さらに、シートの実効厚さ T (入射レンズ要素のレンズ面と出射レンズ要素のレンズ面の頂部間距離)は 0.65 mm とした。ここで、この実効厚さ T は、入射レンズ要素による緑色光(G)に対しての焦点距離 f の0.93倍であった。

(実施例2)

実施例2に係るレンチキュラーレンズシートとして、次のようなものを準備した。すなわち、出射レンズ要素のレンズ中央部の領域におけるレンズ面形状が、 $y = a \times b^{-x} - 0.049$ ($-L/4 \leq x \leq 0$)、 $y = a \times b^x - 0.049$ ($0 \leq x \leq L/4$)の曲線で表されるものとし、係数 a 、 b を、 $a = 3.0 \times 10^{-4}$ 、 $b = 5.0 \times 10^{2.4}$ とした。また、出射レンズ要素のレンズ両側部の領域におけるレンズ面形状が、 $y = c \times d^{-x} - 0.049$ ($-L/2 \leq x \leq -L/4$)、 $y = c \times d^x - 0.049$ ($L/4 \leq x \leq L/2$)で表されるものとし、係数 c 、 d を、 $c = 3.45 \times 10^{-3}$ 、 $d = 1.5 \times 10^9$ とした。なお、出射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ($L = 0.26\text{ mm}$)とした。また、レンチキュラーレンズシートの光出射側には、出射レンズ要素とともに、入射レンズ要素による非集光部に光吸収層を設けた。

一方、レンチキュラーレンズシートの光入射側には、実施例1と同様に、平面視で上下方向に延びるシリンドリカルレンズ状の入射レンズ要素が平面視で左右方向に一定ピッチで配列されるようにした。ここで、入射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ(0.52 mm)で、 $y = -6.9x^4 - 2.3x^2 + 0.2$ で近似される形状を持つものとした。入射レンズ要素のその他の条件は基本的に実施例1と同一であり、入射レンズ要素の高さ h は $190\text{ }\mu\text{m}$ とし、水平拡散角(α_H)は37°とした。

さらに、シートの実効厚さ T (入射レンズ要素のレンズ面と出射レンズ要素のレンズ面の頂部間距離)は 0.65 mm とした。ここで、この実効厚さ T は、入射レンズ要素による緑色光(G)に対しての焦点距離 f の0.93倍であった。

(比較例1)

比較例 1 に係るレンチキュラーレンズシートとして、次のようなものを準備した。すなわち、出射レンズ要素のレンズ中央部の領域におけるレンズ面形状が、 $y = a \times b^{-x} - 0.049$ ($-L/4 \leq x \leq 0$)、 $y = a \times b^x - 0.049$ ($0 \leq x \leq L/4$) の曲線で表されるものとし、係数 a 、 b を、 $a = 1.1 \times 10^{-3}$ 、 $b = 2.0 \times 10^{-3}$ とした。また、出射レンズ要素の両側部におけるレンズ面形状が、 $y = c \times d^{-x} - 0.049$ ($-L/2 \leq x \leq -L/4$)、 $y = c \times d^x - 0.049$ ($L/4 \leq x \leq L/2$) で表されるものとし、係数 c 、 d を、 $c = 5.0 \times 10^{-3}$ 、 $d = 6.0 \times 10^{-3}$ とした。なお、出射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ ($L = 0.26 \text{ mm}$) とした。また、レンチキュラーレンズシートの光出射側には、出射レンズ要素とともに、入射レンズ要素による非集光部に光吸収層を設けた。

一方、レンチキュラーレンズシートの光入射側には、実施例 1 及び 2 と同様に、平面視で上下方向に延びるシリンダリカルレンズ状の入射レンズ要素が平面視で左右方向に一定ピッチで配列されるようにした。ここで、入射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ (0.52 mm) で、 $y = -6.9x^4 - 2.3x^2 + 0.2$ で近似される形状を持つものとした。入射レンズ要素のその他の条件は基本的に実施例 1 及び 2 と同一であり、入射レンズ要素の高さ h は $190 \mu\text{m}$ とし、水平拡散角 (α_H) は 37° とした。

さらに、シートの実効厚さ T (入射レンズ要素のレンズ面と出射レンズ要素のレンズ面の頂部間距離) は 0.65 mm とした。ここで、この実効厚さ T は、入射レンズ要素による緑色光 (G) に対しての焦点距離 f の 0.93 倍であった。

(評価結果)

実施例 1、2 及び比較例 1 に係るレンチキュラーレンズシートに対して、RGB 3 管の CRT から出射された映像光を投射して、その特性を評価した。なお、RGB の各 CRT は、緑色 (G) 用の CRT がスクリーン正面に位置し、赤色 (R) 用の CRT 及び青色 (B) 用の CRT がその両側に位置するようにし、緑色光 (G) に対して赤色光 (R) 及び青色光 (B) がスクリーンの法線に対して集中角 ($\theta = 11.3^\circ$) でスクリーンに入射するようにした。

実施例 1 に係るレンチキュラーレンズシートについてのゲインチャート (出射

光量グラフ) 及びカラーシフト曲線を、図 4 A 及び図 5 A にそれぞれ示した。図 4 A 及び図 5 A から明らかなように、実施例 1 に係るレンチキュラーレンズシートでは、比較例 1 に係るレンチキュラーレンズシートに比べて、光量の多いところと少ないところとのバランスが良く、 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 及び $-20^{\circ} \sim -40^{\circ}$ の観察位置のところでのカラーシフトが改善されていることが分かった。

実施例 2 に係るレンチキュラーレンズシートについてのゲインチャート (出射光量グラフ) 及びカラーシフト曲線を、図 4 B 及び図 5 B にそれぞれ示した。図 4 B 及び図 5 B から明らかなように、実施例 2 に係るレンチキュラーレンズシートでは、比較例 1 に係るレンチキュラーレンズシートに比べて、光量の多いところと少ないところとのバランスが良く、 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 及び $-20^{\circ} \sim -40^{\circ}$ の観察位置のところでのカラーシフトが改善されていることが分かった。さらに、図 4 B から明らかなように、角度が $\pm 40^{\circ}$ 以上の投射光 (赤色光 (R) と青色光 (B)) について色の反転がなかった。

比較例 1 に係るレンチキュラーレンズシートのゲインチャート (出射光量グラフ) 及びカラーシフト曲線を、図 4 C 及び図 5 C にそれぞれ示した。図 4 C から明らかなように、赤色光 (R) の出光特性は、 $-20^{\circ} \sim -40^{\circ}$ が過多部分、 $+20^{\circ} \sim +40^{\circ}$ が不足部分となっており、青色光 (B) の出光特性は、 $-20^{\circ} \sim -40^{\circ}$ が不足部分、 $+20^{\circ} \sim +40^{\circ}$ が過多部分となっていた。

請 求 の 範 囲

1. 映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、

光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、

光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、

前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂点を通過するように集光され、

前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の $1/2$ 幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式 (1) ~ (4)、すなわち、

$$y = a \times b^{-x} - e \quad (-L/4 \leq x \leq 0) \quad \cdots (1)$$

$$y = a \times b^x - e \quad (0 \leq x \leq L/4) \quad \cdots (2)$$

$$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4} \quad \cdots (3)$$

$$1.0 \times 10^{-2.4} < b < 1.0 \times 10^{-2.5} \quad \cdots (4)$$

の条件を満たす曲線で表され、

前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の $1/4$ 幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式 (5) ~ (8)、すなわち、

$$y = c \times d^{-x} - e \quad (-L/2 \leq x \leq -L/4) \quad \cdots (5)$$

$$y = c \times d^x - e \quad (L/4 \leq x \leq L/2) \quad \cdots (6)$$

$$3.0 \times 10^{-3} < c < 3.1 \times 10^{-3} \quad \cdots (7)$$

$$2.7 \times 10^{-9} < d < 4.0 \times 10^{-9} \quad \cdots (8)$$

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式 (1) ~ (8) において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状は x 及び y の座標軸上の曲線で表され、 x は出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、 y は観察者側から映像源へ方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、 L は出射レンズ要素の両端部間の幅であり、 a 、 b 、 c 及び d は係数であり、 e は当該曲線と y 座標軸との切片であって出射レンズ要素の高さに関する係数

であることを特徴とするレンチキュラーレンズシート。

2. 前記各入射レンズ要素は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることを特徴とする、請求項1に記載のレンチキュラーレンズシート。

3. 前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は、以下の数式(13)～(16)、すなわち、

$$y' = mx'^4 + nx'^2 + o \quad (-L'/2 \leq x' \leq L'/2) \quad \dots (13)$$

$$-5.5 \leq m \leq -10.7 \quad \dots (14)$$

$$-2.0 \leq n \leq -2.5 \quad \dots (15)$$

$$0.160 \leq o \leq 0.200 \quad \dots (16)$$

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式(13)～(16)において、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は x' 及び y' の座標軸上の曲線で表され、 x' は入射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって入射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、 y' は観察者側から映像源へ方向を正とする座標軸であって入射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、 L' は入射レンズ要素の両端部間の幅であり、 m 及び n は係数であり、 o は当該曲線と y' 座標軸との切片であって入射レンズ要素の高さに関する係数であることを特徴とする、請求項2に記載のレンチキュラーレンズシート。

4. 前記映像源は赤色、緑色及び青色用の3管式の投射管であることを特徴とする、請求項1に記載のレンチキュラーレンズシート。

5. 前記レンチキュラーレンズシートの出光特性のゲインチャートにおける赤色光のゲイン G_R と青色光のゲイン G_B との割合($20 \times 10 \log_{10}(G_R/G_B)$)を縦軸にしたカラーシフト曲線において、角度 $\pm 45^\circ$ 以内で5.0 dB以下のゲインとなることを特徴とする、請求項1に記載のレンチキュラーレンズシート。

6. 映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、

光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、

光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、

前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂点を通過するように集光され、

前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の $1/2$ 幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式 (1) ~ (4)、すなわち

$$y = a \times b^{-x} - e \quad (-L/4 \leq x \leq 0) \quad \dots (1)$$

$$y = a \times b^x - e \quad (0 \leq x \leq L/4) \quad \dots (2)$$

$$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4} \quad \dots (3)$$

$$1.0 \times 10^{24} < b < 1.0 \times 10^{25} \quad \dots (4)$$

の条件を満たす曲線で表され、

前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の $1/4$ 幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式 (9) ~ (12)、すなわち、

$$y = c \times d^{-x} - e \quad (-L/2 \leq x \leq -L/4) \quad \dots (9)$$

$$y = c \times d^x - e \quad (L/4 \leq x \leq L/2) \quad \dots (10)$$

$$3.4 \times 10^{-3} < c < 3.5 \times 10^{-3} \quad \dots (11)$$

$$1.3 \times 10^9 < d < 2.0 \times 10^9 \quad \dots (12)$$

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式 (1) ~ (4) 及び (9) ~ (12) において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状は x 及び y の座標軸上の曲線で表され、 x は出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、 y は観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、 L は出射レンズ要素の両端部間の幅であり、 a 、 b 、 c 及び d は係数であり、 e は当該曲線と y 座標軸との切片であって出射レンズ要素の高さに関する係数であることを特徴とするレンチキュラーレンズシート。

7. 前記各入射レンズ要素は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることを特徴とする、請求項6に記載のレンチキュラーレンズシート。

8. 前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は、以下の数式 (13) ~ (1

6)、すなわち、

$$y' = mx'^4 + nx'^2 + o \quad (-L'/2 \leq x \leq L'/2) \quad \dots (13)$$

$$-5.5 \leq m \leq -10.7 \quad \dots (14)$$

$$-2.0 \leq n \leq -2.5 \quad \dots (15)$$

$$0.160 \leq o \leq 0.200 \quad \dots (16)$$

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式(13)～(16)において、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は x' 及び y' の座標軸上の曲線で表され、 x' は入射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって入射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、 y' は観察者側から映像源へ方向を正とする座標軸であって入射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、 L' は入射レンズ要素の両端部間の幅であり、 m 及び n は係数であり、 o は当該曲線と y' 座標軸との切片であって入射レンズ要素の高さに関係する係数であることを特徴とする、請求項7に記載のレンチキュラーレンズシート。

9. 前記映像源は赤色、緑色及び青色用の3管式の投射管であることを特徴とする、請求項6に記載のレンチキュラーレンズシート。

10. 前記レンチキュラーレンズシートの出光特性のゲインチャートにおける赤色光のゲイン G_R と青色光のゲイン G_B との割合($20 \times 10 \log_{10}(G_R/G_B)$)を縦軸にしたカラーシフト曲線において、角度 $\pm 45^\circ$ 以内で 5.0 dB 以下のゲインとなることを特徴とする、請求項6に記載のレンチキュラーレンズシート。

開 示 の 要 約

レンチキュラーレンズシート 4 は、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素 2 1 と、光出射側に配列された出射レンズ要素 2 2 と有している。各入射レンズ要素 2 1 を通過した光は当該各入射レンズ要素 2 1 に対応する各出射レンズ要素 2 2 の凸頂点を通過するように集光される。出射レンズ要素 2 2 のレンズ中央部に位置するレンズ全幅 L の $1/2$ 幅 ($L/2$) の領域 C におけるレンズ面形状は以下の数式 (1) ~ (4) の条件を満たす曲線で表され、出射レンズ要素 2 2 のレンズ両側部に位置するレンズ全幅 L の $1/4$ 幅 ($L/4$) の領域 S におけるレンズ面形状は以下の数式 (5) ~ (8) の条件を満たす曲線で表される。 $y = a \times b^{-x} - e$ ($-L/4 \leq x \leq 0$) ... (1)、 $y = a \times b^x - e$ ($0 \leq x \leq L/4$) ... (2)、 $3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4}$... (3)、 $1.0 \times 10^{2.4} < b < 1.0 \times 10^{2.5}$... (4)、 $y = c \times d^{-x} - e$ ($-L/2 \leq x \leq -L/4$) ... (5)、 $y = c \times d^x - e$ ($L/4 \leq x \leq L/2$) ... (6)、 $3.0 \times 10^{-3} < c < 3.1 \times 10^{-3}$... (7)、 $2.7 \times 10^9 < d < 4.0 \times 10^9$... (8)。